

技术特点

三轴霍尔技术
 片上集成了绝对位置传感信号处理功能
 磁路设计较简单
 测量范围可编程实现
 可编程线性传递特性（多点或线性分段）
 模拟输出或 PWM 输出可选
 12 位分辨率- 10 位 精确度（考虑到温漂）
 48 位 ID 号码可选
 单片- SOIC-8 封装满足 RoHS 认证
 双片集成(完全冗余) – TSSOP-16 封装满足 RoHS 认证

应用领域

绝对转动位置传感器	绝对线性位置传感器
踏板位置传感器	方向盘位置传感器
油门位置传感器	液位传感器
高度位置传感器	非接触式电位计

订货信息¹

芯片代号	温度范围	封装代码	芯片版本	类型代码
MLX90360	E (- 40°C to + 85°C)	DC [SOIC-8]	ACD	STANDARD
MLX90360	K (- 40°C to + 125°C)	DC [SOIC-8]	ACD	STANDARD
MLX90360	L (- 40°C to + 150°C)	DC [SOIC-8]	ACD	STANDARD
MLX90360	E (- 40°C to + 85°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	STANDARD
MLX90360	K (- 40°C to + 125°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	STANDARD
MLX90360	L (- 40°C to + 150°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	STANDARD
MLX90360	L (- 40°C to + 150°C)	DC [SOIC-8]	ACD	PPA
MLX90360	E (- 40°C to + 85°C)	DC [SOIC-8]	ACD	IP1 ²
MLX90360	K (- 40°C to + 125°C)	DC [SOIC-8]	ACD	IP1 ²
MLX90360	L (- 40°C to + 150°C)	DC [SOIC-8]	ACD	IP1 ²
MLX90360	E (- 40°C to + 85°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	IP1 ²
MLX90360	K (- 40°C to + 125°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	IP1 ²
MLX90360	L (- 40°C to + 150°C)	GO [TSSOP-16]	ACD	IP1 ²

¹ 例: MLX90360EDC-ACD-STANDARD

² 更多细节, 请咨询销售代理商

1. 功能框图

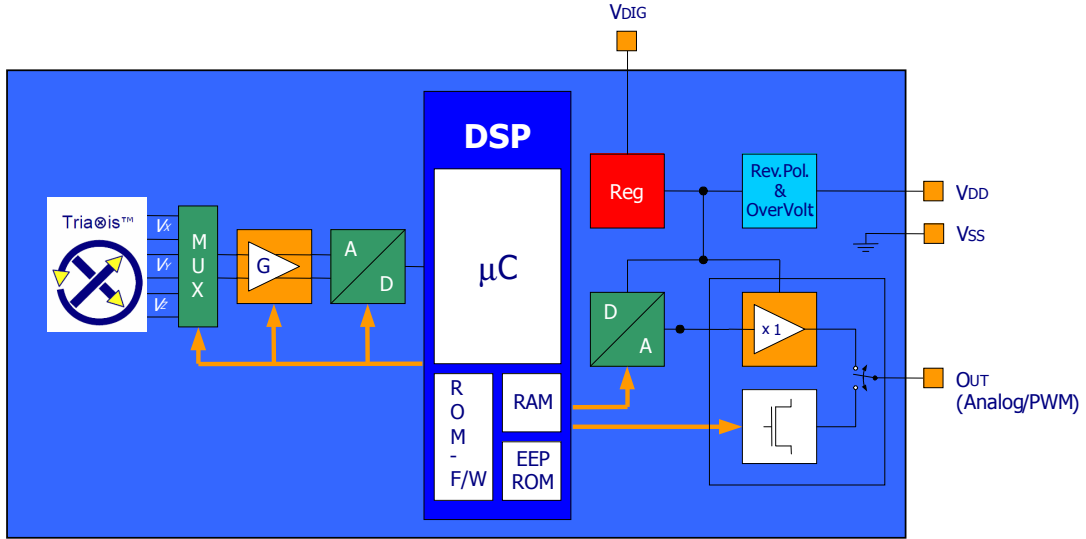


图 1 - MLX90360 框图

2. 概述

MLX90360是一个独立封装的传感器集成电路芯片，可敏感地感应平行和垂直于其表面的磁场强度。

MLX90360可以感应作用于芯片上的磁场强度的三个分量(即 B_x 、 B_y 和 B_z)。配合上合适的磁路，MLX90360可以感知任意移动磁体的绝对位置。(例如，从0到360°的角位移或线性位移-图2)。利用该芯片可以实现新一代非接触式位置传感器，以满足需求量日益增加的汽车和工业应用。

通过编程设置，MLX90360可得到一种与供电电压成比例输出的模拟信号，可以兼容任意电阻式电位器或者可编程线性霍尔传感器。通过编程，MLX90360也可输出数字脉宽调制信号。

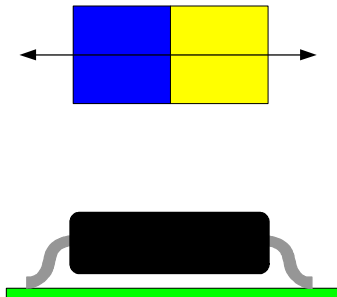


图 2 - MLX90360 的典型应用- 线性位移

目 录

技术特点	1
应用领域	1
订货信息	1
1. 功能框图	2
2. 概述	3
3. 术语缩写	6
4. 管脚定义	6
5. 绝对最大额定值	7
6. 功能详述	7
7. MLX90360 电气规格	9
8. MLX90360 隔离规格	11
9. MLX90360 时序规格	11
10. MLX90360 精度规格	12
11. MLX90360 磁铁规格	13
12. MLX90360 CPU 和存储单元规格	13
13. MLX90360 终端用户可编程参数	14
14. 终端用户可编程参数描述	15
14.1. 输出模式	15
14.1.1. 模拟输出模式	15
14.1.2. PWM 输出模式	15
14.2. 输出传递特性	16
14.2.1. 比例调整参数(仅适用于4点LNR类型)	16
14.2.2. CLOCKWISE 参数	16
14.2.3. 不连续点(或0°点)	17
14.2.4. 4点LNR 参数	17
14.2.5. 17点LNR 参数	18
14.2.6. CLAMPING 参数	19
14.3. 标识	19
14.4. 传感器前端	19
14.4.1. HIGHSPEED 参数	19
14.4.2. MAPXYZ	20
14.4.3. k 值	20

14.4.4.	<i>GAINMIN</i> 和 <i>GAINMAX</i> 参数.....	20
14.5.	滤波器.....	20
14.5.1.	滞回滤波器.....	21
14.5.2.	<i>FIR</i> 滤波器.....	21
14.6.	可编程诊断设置.....	22
14.6.1.	<i>DIAG</i> 和 <i>ADIAG</i> 参数.....	22
14.6.2.	<i>PWM</i> 诊断.....	23
14.6.3.	<i>HAMHOLE</i> 参数.....	24
14.7.	锁定.....	24
14.8.	EEPROM 耐环境性.....	25
15.	MLX90360 自诊断.....	26
16.	推荐的应用图例.....	28
16.1.	使用 SOIC-8 封装的 MLX9036 模拟输出模式的连线.....	28
16.2.	使用 TSSOP-16 封装的 MLX90360 模拟输出模式的连线.....	28
17.	MELEXIS 产品在不同焊接工艺中的标准信息.....	29
18.	ESD 预防.....	29
19.	封装信息.....	30
19.1.	SOIC8 封装尺寸.....	30
19.2.	SOIC8 引脚和标记.....	30
19.3.	SOIC8 集磁片 IMC 位置.....	31
19.4.	TSSOP16 封装尺寸.....	32
19.5.	TSSOP16 引脚和标记.....	33
19.6.	TSSOP16 集磁片 IMC 位置.....	33
20.	声明.....	35
版本	35

3. 术语缩写

- Gauss (G), Tesla (T): 磁场强度单位 – 1 mT = 10 G
- TC: 温度系数 (单位 ppm/Deg.C.)
- NC: 无连接
- PWM: 脉宽调制
- %DC: 输出信号占空比 i.e. $T_{ON} / (T_{ON} + T_{OFF})$
- ADC: 模数转换器
- DAC: 数模转换器
- LSB: 最低有效位
- MSB: 最高有效位
- DNL: 差分非线性
- INL: 积分非线性
- RISC: 精简指令运算集
- ASP: 模拟信号处理
- DSP: 数字信号处理
- CoRDIC: 坐标旋转数字计算 (i.e. 从直角坐标到极坐标的转换)
- EMC: 电磁兼容性
- ALS: 模拟低速
- AHS: 模拟高速
- DLS: 数字低速
- DHS: 数字高速

4. 管脚定义

Pin #	SOIC-8	TSSOP-16
1	VDD	VDIG ₁
2	Test 0	VSS ₁ (Ground ₁)
3	Test 2	VDD ₁
4	Not Used	Test 0 ₁
5	OUT	Test 2 ₂
6	Test 1	OUT ₂
7	VDIG	Not Used ₂
8	VSS (Ground)	Test 1 ₂
9		VDIG ₂
10		VSS ₂ (Ground ₂)
11		VDD ₂
12		Test 0 ₂
13		Test 2 ₁
14		Not Used ₁
15		OUT ₁
16		Test 1 ₁

考虑到优化 EMC 效果，建议将没有用到的引脚（未使用的和测试引脚）连到地(详见第 17 章)。

5. 绝对最大额定值

参数	最大值
供电电压, V _{DD} (过压)	+ 24 V
反向电压保护	- 12 V (在-14 V下损坏)
正向输出电压	+ 18 V (在 24 V 下损坏)
输出电流 (I _{OUT})	+ 30 mA
反向输出电压	- 0.3 V
反向输出电流	- 50 mA
工作温度范围, T _A	- 40°C ... + 150°C
存储温度范围, T _S	- 40°C ... + 150°C
磁场强度	± 1 T

超过最大绝对额定值使用可能会导致永久损伤。在绝对最大工况超期工作可能影响到设备的可靠性。

6. 功能详述

如原理框图所示，施加到芯片上的磁通密度的三维分量 (B_X, B_Y and B_Z) 可以在传感器前端被检测到。各分量对应的霍尔信号 (V_X, V_Y and V_Z) 在霍尔片产生并放大。

模拟信号处理是一个基于差分的全模拟处理链，使用了经典的漂移电压消除技术（霍尔片两相位旋转和斩波放大器）

模拟信号经过一个15位的A/D转换，然后提供给一个DSP模块进行进一步处理。该DSP内核是一个基于16位RISC微控制器，其主要功能是讲两个原始的霍尔信号（经过上述前端模拟补偿措施）用以下公式计算出位置信息，具体函数如下：

$$\alpha = \angle(V_1, k \cdot V_2)$$

其中， α 是磁场角度 $\angle(B_1, B_2)$ ， $V_1 = V_X$ 或 V_Y 或 V_Z ， $V_2 = V_X$ 或 V_Y 或 V_Z ， k 是一个可编程因子，用来匹配 V_1 和 $k \cdot V_2$ 的幅值。

通过存储在 ROM 中的微控制器代码（固件-F/W），DSP 的计算功能得以实现。除了实现磁铁角度计算，固件（F/W）还控制了模拟信号处理链、输出传输特性曲线、输出协议、编程/校准以及自诊断模式。

磁铁角度信息可以根据磁场强度变化进行自我补偿。因此相对于基于传统线性霍尔传感器的位置传感器，该芯片在温度变化的情况下精确度得到很大的提高。

除了提高温度精确度以外，在考虑了典型制造加工误差（例如霍尔元件与磁铁的相对摆放位置）的情况下，该芯片还具有极高的线性度。

一旦计算出位置信息（角度或线性位移），它将根据目标传递特性进行进一步修正，它以如下两种形式提供输出：1、通过一个 12 位 DAC 得到的与供电电压成比例的模拟输出电平；2、一个数字 PWM 输出信号。

比如，模拟输出信号可以通过编程，使得偏置、增益和箝位等参数适应任意旋转位置传感器输出传递特性：

$$\begin{aligned} V_{out}(\alpha) &= \text{ClampLo} && \text{for } \alpha \leq \alpha_{min} \\ V_{out}(\alpha) &= V_{offset} + \text{Gain} \times \alpha && \text{for } \alpha_{min} \leq \alpha \leq \alpha_{max} \\ V_{out}(\alpha) &= \text{ClampHi} && \text{for } \alpha \geq \alpha_{max} \end{aligned}$$

其中，Voffset、Gain、ClampLo 和 ClampHi 都是用户可调节编程的主要参数。

传递曲线的线性部分可以通过多点校准调整。

输出端部分处理还包括：

- 多达 4 个假定点的校准 (5 段+ 箝位水平) 或
- 分段线性(PWL) 输出传递特性- 17 个等距点/ 在 65° 到 360° 的角度范围内， 16 个可编程的点。

校准参数都存储在带错误校验汉明码 (ECC) 的 EEPROM 中。

编程时不需要任何专用的引脚，只需使用芯片的供电和输出引脚即可。MLX90360 可以在工程实验室或者是产品线上，通过 Melexis 编程工具 PTC-04 以及专门的 MLX90360 子板和对应的软件工具 (DLL 用户界面) 来实现编程。

7. MLX90360 电气规格

在 $V_{DD} = 5V$ （特殊规定除外）下以及由温度后缀（E、K、L）规定的温度范围内的 DC 工作参数。

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
额定电压	VDD		4.5	5	5.5	V
供电电流 ³⁾	I _{dd}	低速模式 ⁴⁾		8.5	12	mA
		高速模式 ⁴⁾		13.5	15	mA
POR 上升沿电平	POR LH	供电欠压 与片上数字电压 V _{DIG} 相关	2.4	2.7	3	V
POR 下降沿电平	POR HL	供电欠压 与片上数字电压 V _{DIG} 相关	2	2.3	2.6	V
POR 滞回	POR Hyst	POR 信号滞回 与片上数字电压 V _{DIG} 相关	0.3	0.4	0.6	V
ASP 启动上升沿电平	LT4V LH	ASP 启动电平	3.5		4.1	V
ASP 启动下降沿电平	LT4V HL	ASP 启动电平	3.4		4	V
ASP 启动滞回	LT4V Hyst	ASP 启动电平	0.1		0.5	V
PTC 启动上升沿电平	MT7V LH	PTC 启动时 VDD 电平	6.6		7.2	V
PTC 启动下降沿电平	MT7V HL	PTC 启动时 VDD 电平	6.5		7.1	V
PTC 启动滞回	MT7V Hyst	PTC 启动时 VDD 电平	0.1		0.4	V
Switch Off 上升沿电平	LT11V LH		8.6		14	V
Switch Off 下降沿电平	LT11V HL		8.5		13.9	V
Switch Off 滞回电平	LT11 Hyst		0.1		1	V
输出电流	I _{out}	模拟输出模式	-15		15	mA
输出短路电流	I _{short}	V _{out} = 0 V			15	mA
		V _{out} = 5 V			15	mA
		V _{out} = 14 V (T _A = 25°C)			18	mA
输出负载	R _L	下拉到地	1	10	∞	kΩ
		上拉到 5V	1	10	∞	kΩ
模拟饱和输出电平	V _{sat_lo}	上拉负载 R _L ≥ 10 kΩ to 5 V		0.5	2	%V _{DD}
		上拉负载 R _L ≥ 1 kΩ to 5V		2	3	
		上拉负载 R _L ≥ 5 kΩ to 14V		2	3	
	V _{sat_hi}	下拉负载 R _L ≥ 5 kΩ	94	96	%V _{DD}	
下拉负载 R _L ≥ 10 kΩ		96	98			
主动诊断输出电平	Diag_lo	上拉负载 R _L ≥ 1 kΩ to 5V 上拉负载 R _L = 1 kΩ to 5V	1	2 1.5	3 2	%V _{DD}

³⁾对双芯片版本来说, 供电电流乘 2。

⁴⁾关于低速和高速模式的具体内容, 请见第 9 章节。

		上拉负载 $R_L \geq 5\text{ k}\Omega$ to 14V		2	3	
	Diag_hi	下拉负载 $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$	96	98		%VDD
		下拉负载 $R_L \geq 5\text{ k}\Omega$	94	96		
		下拉负载 $R_L = 5\text{ k}\Omega$	97	97.5		
被动诊断输出电平 (坏道诊断) ⁵⁾	BVssPD	Broken Vss & 下拉负载 $R_L \leq 10\text{ k}\Omega$ (Hi-Z)	0		4 ⁵⁾	%VDD
		下拉负载 $R_L \leq 25\text{ k}\Omega$ (Hi-Z)	0		10	
	BVssPU	Vss 断开 & 上拉负载 $R_L \geq 1\text{ k}\Omega$	99	100		%VDD
	BVDDPD	VDD 断开 & 下拉负载 $R_L \geq 1\text{ k}\Omega$		0	1	%VDD
箝位输出电平	Clamp_lo	可编程实现	0		100	%VDD ⁶⁾
	Clamp_hi	可编程实现	0		100	%VDD ⁶⁾

如上表所示，MLX90360 可以实现图 6 所示的典型输出范围分类。

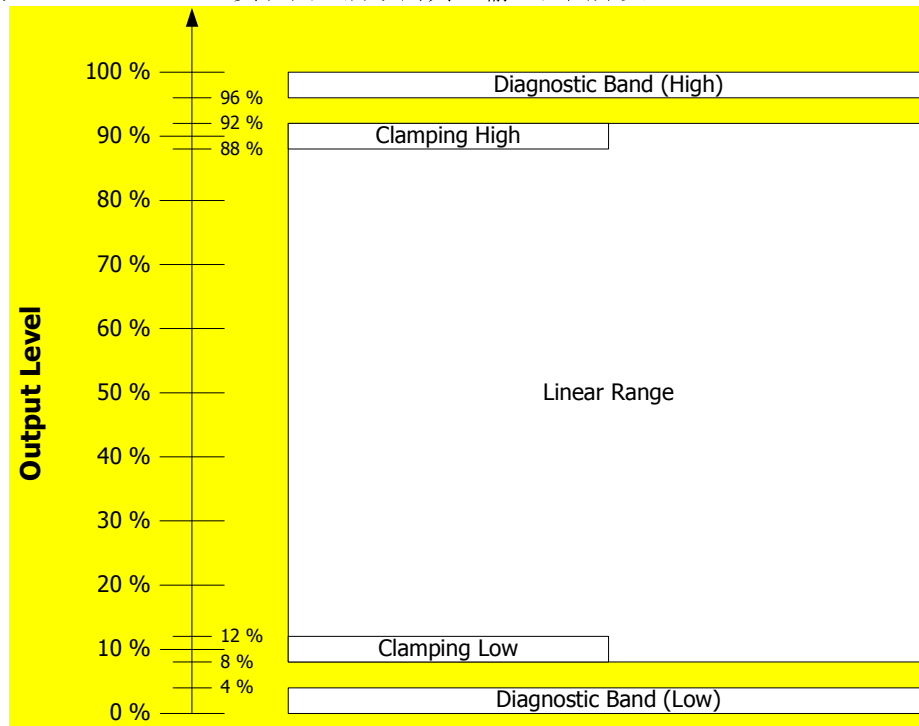


图 6 – 典型应用输出范围分类示意

⁵⁾更多的详细信息请见第 15 章节

⁶⁾箝位电平需要与饱和输出综合考虑 (参见 Vsat_lo 和 Vsat_hi)

8. MLX90360 隔离规格

在 $V_{DD} = 5V$ （特殊规定除外）下以及由温度后缀（E、K、L）规定的温度范围内的 DC 工作参数，仅适用于 GO 封装（双芯片版本）

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
隔离阻值		两个输出端之间	4			MΩ

9. MLX90360 时序规格

在 $V_{DD} = 5V$ （特殊规定除外）下以及由温度后缀（E、K、L）规定的温度范围内的 DC 工作参数。

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
主时钟频率	Ck	低速模式 ⁽⁷⁾	6.4	6.5	6.6	MHz
		高速模式 ⁽⁷⁾	9.9	10.0	10.1	MHz
主时钟频率温漂	$\Delta^T Ck$				$\pm 10\%$	Ck _{NOM}
输出 Refresh Rate		低速模式		660		μs
		高速模式		400		μs
阶跃响应时间	Ts	转换率的影响不包括在内				
		低速模式 ⁽⁷⁾ , Filter=0 ⁽⁸⁾		1.32	2.18	ms
		低速模式 ⁽⁷⁾ , Filter=2 ⁽⁸⁾		2.64	3.63	ms
		高速模式 ⁽⁷⁾ , Filter=0 ⁽⁸⁾		0.80	1.32	ms
看门狗	Wd	低速模式 (Ck = 6 MHz) 参见第 15 章节		4.58		ms
相位转换	PS	低速模式 ⁽⁷⁾ , Filter=0 ⁽⁸⁾		0.422		Deg/Hz
启动周期	Tsu	转换率的影响不包括在内				
		低速模式		12.5	15	ms
		高速模式		7.5	10	ms
模拟输出转换速率		Mode 1 from C _{OUT} = 47 nF to 330 nF		37		V/ms
		Mode 2 up to C _{OUT} = 10 nF		320		V/ms
		Mode 3 up to C _{OUT} = 47 nF		19		V/ms
		Mode 4 up to C _{OUT} = 330 nF		2.5		V/ms

⁷低速和高速两种模式的详细细节请见第 13 章节。

⁸滤波器参数的详细内容请见第 14.5 章节。

10. MLX90360 精度规格

在 $V_{DD} = 5V$ （特殊规定除外）下以及由温度后缀（E、K、L）规定的温度范围内的 DC 工作参数。

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
转换 sine 和 cose 初始信号的 ADC 分辨率 ⁽⁹⁾	R_{ADC}			15		bits
DSP 输入端热漂移#1 ⁽¹⁰⁾ (DAC 和输出级)		温度后缀为 E	-60		+60	LSB ₁₅
		温度后缀为 K	-60		+60	LSB ₁₅
		温度后缀为 L	-90		+90	LSB ₁₅
热漂移 #2 (DAC 和输出级)			-0.25		+0.25	%VDD
灵敏度误差温漂 ⁽¹¹⁾		XY 坐标- 温度后缀 E	-0.3		+0.3	%
		XY 坐标-温度后缀 K & L	-0.5		+0.5	%
		XZ (YZ) 坐标-温度后缀 E	-1		+1	%
		XZ (YZ) 坐标-温度后缀 K & L	-1		+1	%
磁相角误差		$T_A = 25^\circ C$ - XY 坐标	-0.3		0.3	Deg.
		$T_A = 25^\circ C$ - XZ (YZ) 坐标	-10		10	Deg.
磁相角误差的温漂		XY 坐标, XZ (YZ) 坐标		0.01		Deg.
XY-本征线性误差 ⁽¹²⁾	Le	$T_A = 25^\circ C$ -出厂校准“k”	-1		1	Deg
XZ (YZ)-本征线性误差 ⁽¹¹⁾	Le	$T_A = 25^\circ C$ -未校准“k”	-20	± 2.5	20	Deg
模拟输出分辨率	R_{DAC}	12b DAC (理想状况, 无噪声)		0.025		%VDD/LSB ₁₂
		INL (EOL 校准前)	-4		+4	LSB ₁₂
		DNL	0.05	1	3	LSB ₁₂
输出级噪声		箝位输出		0.05	0.075	%VDD
噪声峰值 ⁽¹³⁾		低速模式, Filter=2		0.10	0.2	Deg
		高速模式, Filter=0		0.15	0.25	Deg
按电源比例输出误差 (仅在模拟输出下)		$4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$	-0.1		+0.1	%VDD
		$LT4V \leq V_{DD} \leq MT7V$	-1		+1	%VDD

⁹ 16 bits 包括 14bits 和 1bit 的符号位。内部计算使用 16 bits。

¹⁰ 例如，在旋转位置传感器的使用中，热漂移 #1 $\pm 60LSB_{15}$ 等同于最大 $\pm 0.3^\circ$ 的角度误差(DSP 的输出)，k = 1 时有效。详细信息见 MLX90360 前端应用手册。

¹¹ 例如，在旋转位置传感器的使用中，灵敏度误差温漂 $\pm 0.5\%$ 等于最大 $\pm 0.15^\circ$ 的角度误差（DSP 的输出）。详细信息见 MLX90360 前端应用手册。

¹² 本征线性误差仅指在理想旋转磁铁 (B_x 和 B_y) 下，芯片本身的误差(漂移、灵敏度误差、正交误差)。当考虑到实际的磁铁结构和机械、磁铁的误差，输出线性误差将会增加。然而，用户可以通过多点后端校准来提高线性度。对磁角 XZ 和 YZ 而言，可以通过对 k 值进行编程而减小本征线性误差。详细信息见 MLX90360 前端应用手册和 MLX90360 后端应用手册。

¹³ 在这里，假声噪声峰值为 6 倍的噪声标准偏离。测试时使用了应用图例中的推荐连线方式。详细信息请参见滤波器章节（第 14.5 章节）

11. MLX90360 磁铁规格

在 $V_{DD} = 5V$ （特殊规定除外）下以及由温度后缀（E、K、L）规定的温度范围内的 DC 工作参数。

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
磁通密度	$B_x, B_y^{(14)}$		20	50	70 ⁽¹⁵⁾	mT
磁通密度	$B_z^{(14)}$		24	50	130	mT
磁通密度	Norm	$\sqrt{B_x^2 + B_y^2 + (B_z/GainIMC)^2}$	20	50	70	mT
IMC 增益 ⁽¹⁶⁾	GainIMC		1.2	1.5	1.8	
磁铁温度系数	TCm		-2400		0	ppm/°C

12. MLX90360 CPU 和存储单元规格

DSP 是基于 16 位 RISC 微控制器。CPU 工作频率为 10MHz，处理指令速度为 2.5 Mips。

参数	符号	测试条件	最小	典型	最大	单位
ROM				7		kB
RAM				256		B
EEPROM				128		B

¹⁴ 至少要满足 B_x 、 B_y 或 B_z 磁场区域之一。

¹⁵ 高于 70 mT，IMC 集磁片开始逐渐饱和，导致输出线性误差增大。低于 20 mT，由于信噪比、信号偏移比的减小，IMC 输出略有下降。

¹⁶ 这个参数是与集磁片结构相关联的磁场增益。该参数对 B_x 和 B_y 适用，不适用于 B_z 。该参数一直在变化，在其中一段，变化范围是该段 IMC 增益平均值的 $\pm 10\%$ 。

13. MLX90360 终端用户可编程参数

参数	注释	默认值		
		Standard	PPAR	# bit
Output mode	定义输出模式	4	4	3
DIAG	诊断模式 (Low/Hi)	0	0	1
ADIAG	模拟诊断选项 (Low/HiZ or HiZ/Hi)	0	0	1
HS	高速模式 (6MHz or 10MHz)	0	0	1
MAPXYZ	输出角度映射字段	MLX	MLX	3
CLAMP_HIGH	箝位高电平 (50%)	50%	10%	16
CLAMP_LOW	箝位低电平 (50%)	50%	90%	16
FILTERFIRST	线性修正前滤波	1h	1h	1
FILTER	选择滤波模式	0h	1h	2
k (SMISM)	灵敏度误差因子	MLX	MLX	16
GAINMIN	虚拟增益阈值低	00h	00h	8
GAINMAX	虚拟增益阈值高	29h	29h	8
PWMPOL	PWM 极性	0	N/A	1
PWMLATCH	PWM 寄存器锁存 PWM 边沿	1	N/A	1
PWMT	PWM 频率	1B58h	N/A	16
DP	零点	0000h	0000h	15
CCW	逆时针	0h	0h	1
FHYST	滞回滤波器	0h	0h	8
MELEXISID1	Melexis 标识参考	MLX	MLX	16
MELEXISID2	Melexis 标识参考	MLX	MLX	16
MELEXISID3	Melexis 标识参考	MLX	MLX	16
CUSTOMERID4	用户标识参考	0h	0h	16
3POINTS	选择 3 点修正或 16 点修正	1h	1h	1
LNR_S0	3pts - 初始斜率	0h	0h	16
LNR_A_X	3pts - A 点 X 坐标	7FFFh	0	16
LNR_A_Y	3pts - A 点 Y 坐标	0	10%	16
LNR_A_S	3pts - A 点 S 坐标	0	80%/360d	16
LNR_B_X	3pts - B 点 X 坐标	FFFFh	FFFFh	16
LNR_B_Y	3pts - B 点 Y 坐标	0	0	16
LNR_B_S	3pts - B 点 S 坐标	0	0	16
LNR_C_X	3pts - C 点 X 坐标	FFFFh	FFFFh	16
LNR_C_Y	3pts - C 点 Y 坐标	FFFFh	FFFFh	16
LNR_C_S	3pts - C 点 S 坐标	0	0	16
LNR_D_X	3pts - D 点 X 坐标	FFFFh	FFFFh	16
LNR_D_Y	3pts - D 点 Y 坐标	FFFFh	FFFFh	16
LNR_D_S	3pts - D 点 S 坐标	0	0	16
W	16pts - 输出角度范围	0h	0h	4
LNR_Y0/ CUSTOMERID1	16pts - Y 坐标第 0 点 / 用户标识参考	N/A	N/A	16
LNR_Y1/ CUSTOMERID2	16pts - Y 坐标第 1 点 / 用户标识参考	N/A	N/A	16
LNR_Y2/ CUSTOMERID3	16pts - Y 坐标第 2 点 / 用户标识参考	N/A	N/A	16
LNR_Yn	16pts - Y 坐标第 n 点	N/A	N/A	16
LNR_Y16	16pts - Y 坐标第 16 点	N/A	N/A	16
HAMHOLE	汉明码复位	3131h	0	16
LOCK	锁定字节	00h	4Ch	8

14. 终端用户可编程参数描述

14.1. 输出模式

通过设定输出模式参数，可以定义 MLX90360 的输出形式。

参数	值	描述
模拟输出模式	1	模拟轨-轨, $C_{out_{min}} = 47nF$
	2	模拟轨-轨, $C_{out_{max}} = 10nF$
	3	模拟轨-轨, $C_{out_{max}} = 68nF$
	4	模拟轨-轨, $C_{out_{max}} = 330nF$
PWM 输出模式	5	低端 (NMOS)
	6	高端 (PMOS)
	7	推挽式

14.1.1. 模拟输出模式

模拟输出模式是轨到轨并且正比于电源电压的模拟输出，采用推挽式输出级配置，允许使用一只上拉或下拉电阻。

按第 16 章节的应用简图所示，Melexis 建议采用模拟输出模式 4，在上述应用简图中，输出模式 1 也是可用的。

14.1.2. PWM 输出模式

如果选择了 PWM 输出模式，输出信号是一个经过脉宽调制的数字信号。

PWM 的极性可以通过设置 PWMPOL1 参数来实现：

- PWMPOL = 0, 100%输出全为低电平
- PWMPOL = 1, 100%输出全为高电平

PWM 频率可以通过 PWMT 参数来选择。下表提供了低速和高速模式下不同目标 PWM 频率值所对应的典型代码。

PWM 频率代码 (PWMT)				
晶振模式	脉宽调制频率 (Hz)			
	100	200	500	1000
低速 ($C_{KNOM} = 6.5 \text{ MHz}$)	32500	16250	6500	3250
高速 ($C_{KNOM} = 10 \text{ MHz}$)	50000	25000	10000	5000

在 PWM 周期开始，PWM 锁存器会锁定输出值。如果不这样，可能导致在 PWM 周期结束前 PWM 输出就已经发生改变，导致不一致的占空比输出。

注：

- 考虑到主时钟的初始容差，需要进行更精确的微调。
- PWM 频率与主时钟的公差相同(见 ΔT_{ck})。

14.2. 输出传递特性

如下是定义传递函数（LNR）的两种不同类型的选择：

- 可以定义 4 个任意点（通过定义其 X 和 Y 坐标值）和 5 级斜率来实现。
- 可以定义 17 个等距点来实现，这样只需定义其 Y 坐标值。

参数	LNR 类型	值	单位
COUNTERCLOCKWISE	Both	0 → 逆时针 1 → 顺时针	LSB
DP	Both	0 ... 359.9999	deg
LNR_A_X LNR_B_X LNR_C_X LNR_D_X	Only 4 pts	0 ... 359.9999	deg
LNR_A_Y LNR_B_Y LNR_C_Y LNR_D_Y	Only 4 pts	0 ... 100	%
LNR_S0 LNR_A_S LNR_B_S	Only 4 pts	0 ... 17	%/deg
LNR_C_S LNR_D_S	Only 4 pts	-17 ... 0 ... 17	%/deg
LNR_Y0 LNR_Y1 ... LNR_Y16	Only 16 pts	-50 ... + 150	%
W	Only 16 pts	65.5 ... 360	Deg
CLAMP_LOW	Both	0 ... 100	%
CLAMP_HIGH	Both	0 ... 100	%

14.2.1. 比例调整参数(仅适用于 4 点 LNR 类型)

该参数可以将 LNR_x_Y 按比例调整为-50% - 150%，具体见如下公式：

$$(\text{Scaled Out})\%VDD = 2 \times \text{Out}\%VDD - 50\%$$

14.2.2. CLOCKWISE 参数

CLOCKWISE 参数定义了磁铁旋转方向。

- CCW 定义按 1-4-5-8 引脚顺序（SOIC8 封装）或的 1-8-9-16 引脚顺序（TSSOP16 封装）旋转。
- CW 定义为相反的旋转方向：即按 8-5-4-1 引脚顺序（SOIC8 封装）或 16-9-8-1 引脚顺序（TSSOP16 封装）旋转。

引脚位置参考第 19.3 节集磁片位置图。

14.2.3. 不连续点 (或 0° 点)

不连续点定义了圆周的 0° 点。不连续点可以放在圆周的任意位置，DP 参数用来作为所有角度测量的参考值。

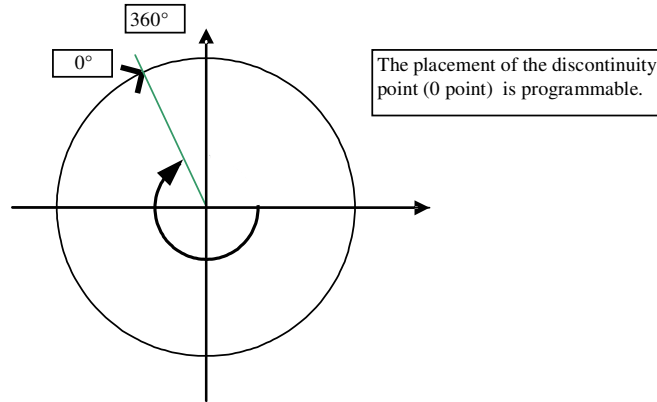


图 7 -不连续点位置设定

14.2.4. 4 点 LNR 参数

LNR 参数和箝位电平完全定义了数字角度值和输出信号之间的关系（传递函数）。

MLX90360 从数字角度值到输出电压的传递函数的形状如下图所示，可实现六段斜率的编程，但是两段箝位电平必须是常数。

我们可以使用 2 点、3 点以及 6 点校准，这样每次可以将芯片的整体非线性误差降低一个量级。当客户追求更佳的非线性输出时，推荐其使用 3 个或 6 个点校准。当客户追求较低的校准成本和较短的校准时间时，推荐其采用 2 点校准。

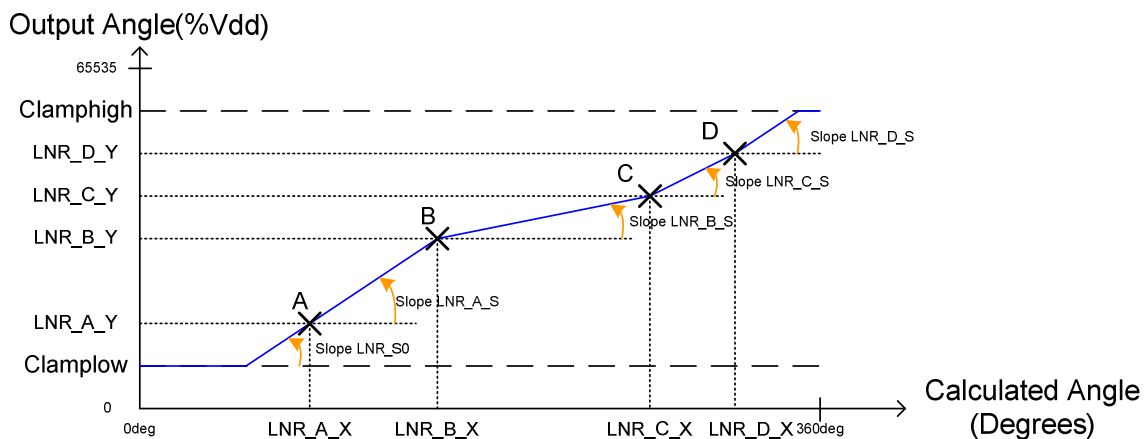


图 8

14.2.5. 17 点 LNR 参数

LNR 参数和箝位电平完全定义了数字角度值和输出信号之间的关系（传递函数）。MLX90360 从数字角度值到输出电压的传递函数的形状如下图所示，在 16 点模式下，输出传递特性是分段线性的（PWL）

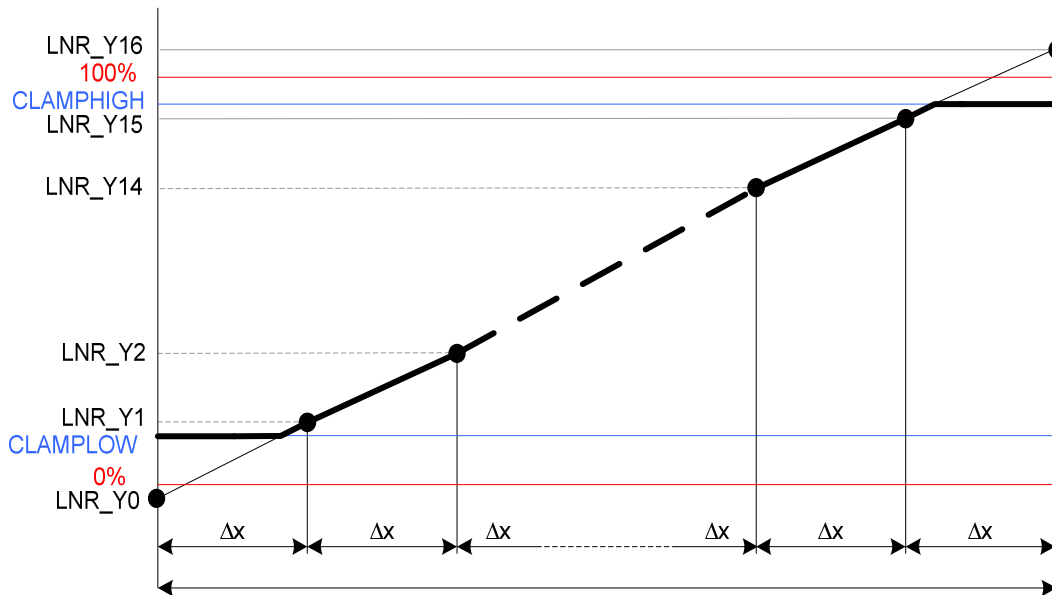


图 9 -输入范围从 65.5°到 360°

可通过编程使所有的 Y 坐标值在 -50%和+150%之间，这样箝位电平在其中一段的中间（如上图所示），但是输出值依然是在 CLAMPLOW 和 CLAMPHIGH 之间。

连续两个点的输出特性是内插值替换的。

参数 W 值决定了输入范围，在此范围中 17 个点（16 段）是均匀分布的：

W	范围	Δx
0 (0000b)	360.0deg	22.5deg
1	320.0deg	20.0deg
2	288.0deg	18.0deg
3	261.8deg	16.4deg
4	240.0deg	15.0deg
5	221.5deg	13.8deg
6	205.7deg	12.9deg
7	192.0deg	12.0deg

W	范围	Δx
8	180.0deg	11.3deg
9	144.0deg	9.0deg
10	120.0deg	7.5deg
11	102.9deg	6.4deg
12	90.0deg	5.6deg
13	80.0deg	5.0deg
14	72.0deg	4.5deg
15 (1111b)	65.5deg	4.1deg

超出了设置范围，输出将会保持在相应的箝位电平上。

14.2.6. CLAMPING 参数

箝位电平参数是两个独立的值来限制输出电平的范围。CLAMPLOW 参数设置了输出电平的最小值。CLAMPHIGH 参数设置了输出电平的最大值。两个参数都有 16 的设置分辨率，在 LNR 的两种模式下都是可用的。在模拟输出模式下，由于 12 位 DAC 的限制，分辨率位 0.024%VDD；在 PWM 输出模式下，分辨率可以达到 0.024%DC。

14.3. 标识

参数	值
MELEXISID1	0 ... 65535
MELEXISID2	0 ... 65535
MELEXISID3	0 ... 65535
CUSTOMERID1	0 ... 65535
CUSTOMERID2	0 ... 65535
CUSTOMERID3	0 ... 65535
CUSTOMERID4	0 ... 65535

标识值：64 位（4 个字）可自由使用的参数，用户可用来对芯片的追踪。

在 3 点线性输出时，64bits 标识位都可用。在 16 点线性输出时，CUSTOMERID1、2、3 对应的 EEPROM 区域被 LNR 函数使用。

14.4. 传感器前端

参数	值
HS	0 = 低速 1 = 高速
MAPXYZ	0 .. 5
k (or SMISM)	0 .. 65535
GAINMIN GAINMAX	0 ... 41

14.4.1. HIGHSPEED 参数

HIGHSPEED 参数定义了 DSP 的主频：

- HIGHSPEED = 0 ， 选择 6.5 MHz 主时钟频率的低速模式；
- HIGHSPEED = 1 ， 选择 10 MHz 主时钟频率的高速模式

为了得到更好的噪声性能，请选择低速模式。

14.4.2. MAPXYZ

MAPXYZ 参数定义了用来计算角度的映射，下表描述了不同的 MAPXYZ 对应的角度定义。

MAPXYZ	角度定义
0	$\angle XY = \angle(k \cdot B_x, B_y)$
1	$\angle YX = \angle(B_x, k \cdot B_y)$
2	$\angle XZ = \angle(k \cdot B_x, B_z)$
3	$\angle ZX = \angle(B_z, k \cdot B_z)$
4	$\angle YZ = \angle(k \cdot B_y, B_z)$
5	$\angle ZY = \angle(B_y, k \cdot B_z)$

14.4.3. k 值

k 值定义了用来进行角度计算时的 2 个坐标轴的灵敏度误差。定义 k 值为从 0.0 到 1.0 之间的无符号 16bits。典型值是 0.5 到 1.0 之间。

在出厂时，MAPXYZ 参数被定义为 0 或 1。对用户的 XY 应用，请不要修改此参数。

14.4.4. GAINMIN 和 GAINMAX 参数

GAINMIN 和 GAINMAX 定义了实际增益设置允许变化的范围，超出该范围，输出将被设置为诊断模式。

14.5. 滤波器

参数	值
FILTER	0 ... 2
FHYST	0 ... 31
FILTERFIRST	0 or 1

MLX90360 包括 2 种滤波器：

- 滞回滤波器：可通过 FHYST 编程
- 低通 FIR 滤波器：通过 FILTER 参数编程控制

注：如果参数 FILTERFIRST 设置为 1，滤波器作用于在数字角度（输出映射之前）。如果设置为 0，滤波器作用于输出传递函数（输出映射之后）。

Melexis 建议编程时将 FILTERFIRST 设为 1，这样可以适应任何输出的线性补偿。

14.5.1. 滞回滤波器

FHYST 用来配置滞回滤波器。如果数字信号变化小于 FHYST 参数中的值，芯片的输出值不会被更新，只有变化值超过滞回值输出值才会改变。因此，滞回滤波器可以将分辨率减小到与芯片内部噪声相兼容的水平。滞回值必须编程到一个与噪声水平接近的值。

14.5.2. FIR 滤波器

MLX90360 提供 2 种滤波器模式，通过 Filter = 1...2 来控制。Filter = 0 时，对应无滤波器。传递函数为：

$$y_n = \frac{1}{\sum_{i=0}^j a_i} \sum_{i=0}^j a_i x_{n-i}$$

下表给出了滤波器的参数：

滤波器编号 (j)	0	1	2
类型	Disable	FIR	
a _i 系数	1	11	1111
标号	No filter	Extra Light	Light
99% 响应时间	1	2	4
Efficiency RMS (dB)	0	3.0	6.0

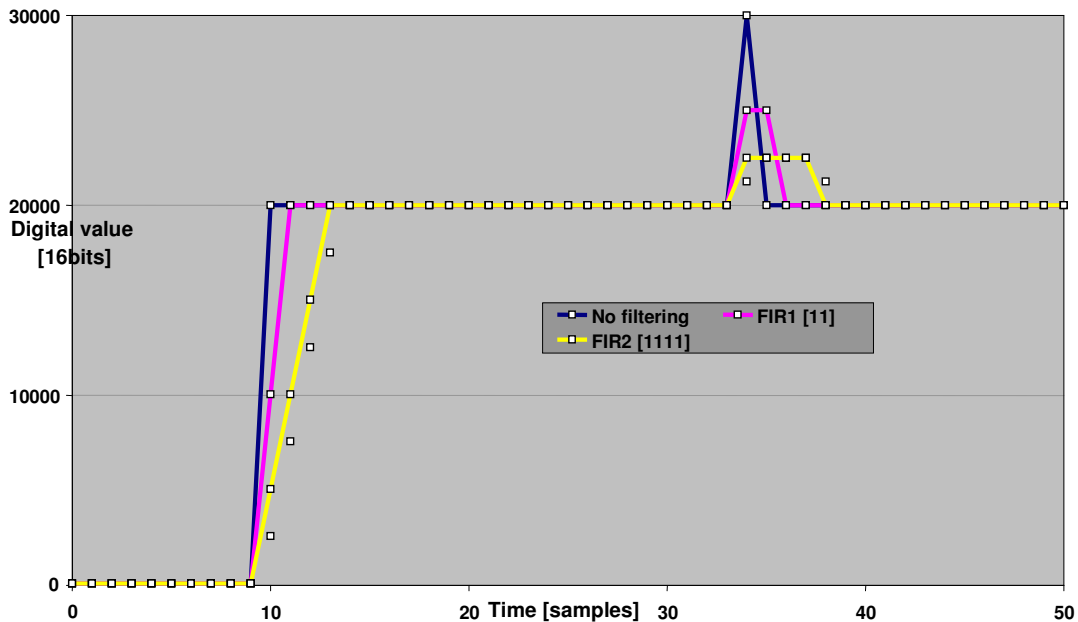


图 10 -不同滤波器的阶跃响应和脉冲响应

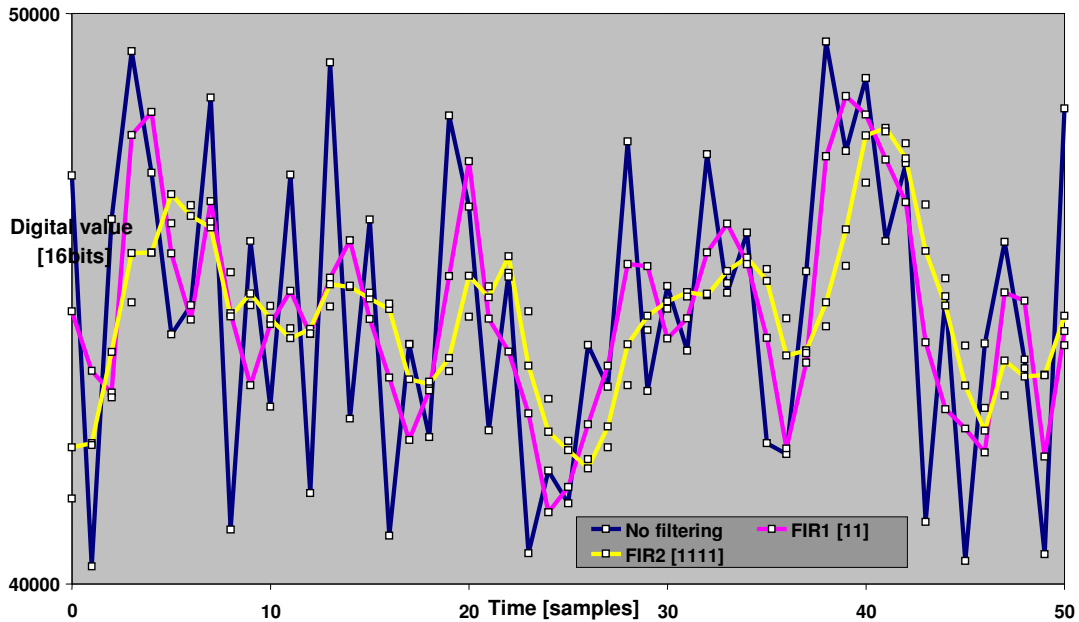


图 11 -不同滤波器的噪声响应

14.6. 可编程诊断设置

参数	值	单位
DIAG	0 or 1	
ADIAG	0 or 1	
HAMHOLE	0 or 3131h	

14.6.1. DIAG 和 ADIAG 参数

在模拟输出模式下，可以通过设置 DIAG 和 ADIAG 参数选择所有的诊断模式。

模拟输出	类型	描述
上拉 ADIAG = 0	DIAG = 0	输出诊断低
	DIAG = 1	输出诊断高 (HiZ + 上拉)
下拉 ADIAG = 1	DIAG = 0	输出诊断低 (HiZ + 下拉)
	DIAG = 1	输出诊断高

在数字输出模式下，只能使用 DIAG 参数。

数字输出	类型	描述
5 - 开漏 NMOS 输出	DIAG = 0 DIAG = 1	诊断低 诊断高 (HiZ + 上拉)
6 - 开漏 PMOS 输出	DIAG = 0 DIAG = 1	诊断低 (HiZ + 下拉) 诊断高
7 - 推挽输出	DIAG = 0 DIAG = 1	诊断低 诊断高

14.6.2. PWM 诊断

PWM 诊断模式表:

PWM 诊断模式			诊断类型	诊断电平		
3	2	1:0		弱磁场	无磁铁	失效
EN	Type	Level[1:0]				
0	x	x	Level Diag. Analog	0 or 100% depending on DIAG (OSMOD)		
				GAINmax < GAIN	41 < GAIN	Diagnostic
	0	00	低	0.5 x 箝位低电平	0.5 x 箝位低电平	0.25 x 箝位低电平
	0	01	低	0.5 x 箝位低电平	0.25 x 箝位低电平	0.25 x 箝位低电平
	0	10	低	0.25 x 箝位低电平	0.25 x 箝位低电平	0.25 x 箝位低电平
1	0	11	低	0.5 x 箝位低电平	0.5 x 箝位低电平	静态低
	1	00	高	100% - 0.5 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.5 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)
	1	01	高	100% - 0.5 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)
	1	10	高	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.25 x (100% - 箝位高电平)
	1	11	高	100% - 0.5 x (100% - 箝位高电平)	100% - 0.5 x (100% - 箝位高电平)	静态高

PWM 诊断与 ResetOnFault 参数不兼容，要启用 PWM 诊断，ResetOnFault 应当设为 0。

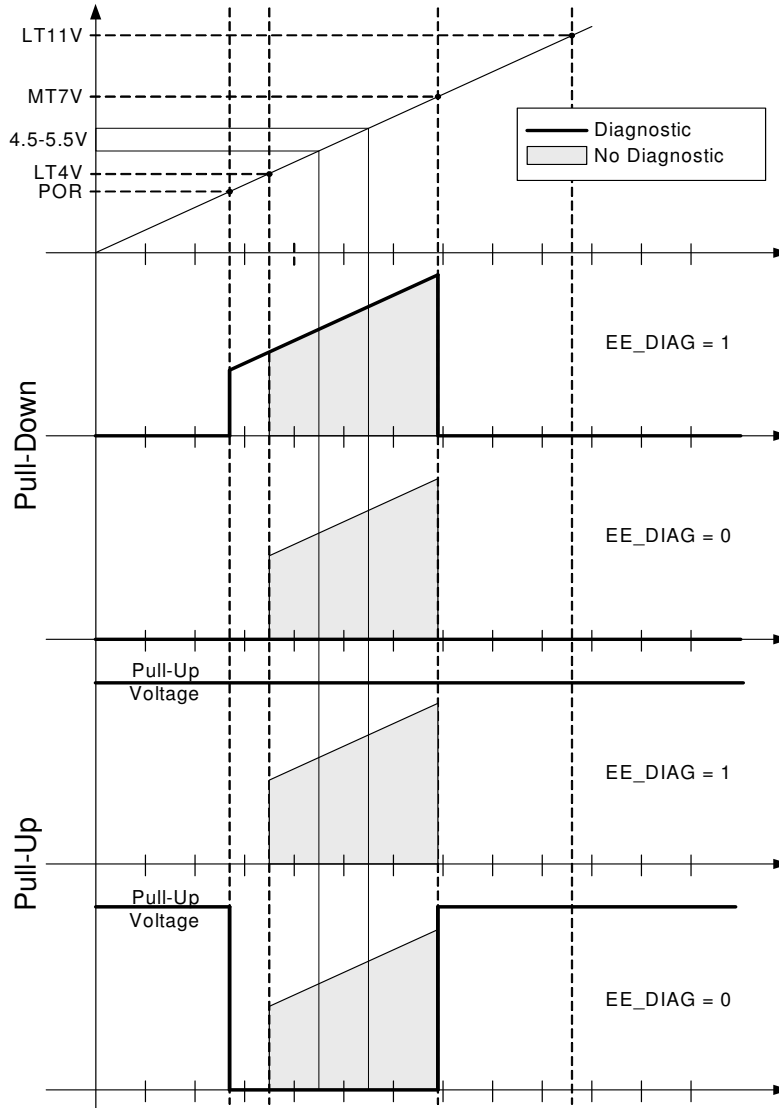


图 12 –诊断模式时，不同供电电压下的输出电平

14.6.3. HAMHOLE 参数

当 EEPROM CRC 校验报错时，HAMHOLE 参数可启用或禁用内存复位（汉明码）。默认情况下，内存复位和 EEPROM CRC 校验均被禁用（Hamhole=3131h），当 Hamhole 设定为 0 时，上述两种功能自动启用（参见 14.7 章节）。

14.7. 锁定

通过设置 LOCK 参数，可以锁定用户设置的全部参数值。一旦锁定功能启用，将不能更改 EEPROM 的值，因为 PTC 工具的写模式将不可用。

注意：LOCK 参数可以通过 solver 函数“MemLock”进行设置。

14.8. EEPROM 耐环境性

虽然 EEPROM 是用来校准数据存储（与 OTPROM 类似），MLX90360 的嵌入式 EEPROM 可以保证在 125°C 时至少写入 1000 次。

15. MLX90360 自诊断

MLX90360 提供大量自诊断功能。这些功能大大提高了芯片运行的鲁棒性，并防止芯片在发生内部或外部错误时输出错误的信号（失效安全）。

故障模式	诊断措施	对输出的影响	注释
在启动时 ROM CRC 错误 (64 words 包括智能看门狗 - IWD)	CPU 重启 ⁽¹⁷⁾	诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	所有输出在启动阶段都为诊断低/高
ROM CRC 错误 (工作模式 - 后台任务)	进入死循环: - 看门狗重启电路 - 设置输出到诊断低/高	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	
启动时 RAM 测试失败	CPU 重启	诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	所有输出在启动阶段都为诊断低/高
启动时校验码 CRC 错误	汉明码恢复		如果恢复成功，启动时间将增加 3ms
启动时汉明码恢复失败	CPU 重启	诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	参见 HAMHOLE 章节
校验码 CRC 错误 (工作模式 - 后台任务)	CPU 重启	诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	
AD 溢出 (ADC 输出为 0000h 或 7FFFh)	设置输出为诊断低/高；一旦恢复进入正常模式并且 CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	
Norm 过低 (< 25 %)	设置输出为诊断低/高；一旦恢复进入正常模式并且 CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	如果没有磁铁，芯片工作在诊断模式
磁铁丢失	设置 PWMdiag	详见 PWM 诊断模式表	仅在 PWM 模式下
磁铁磁性过弱	设置 PMWdiag	详见 PWM 诊断模式表	仅在 PWM 模式下
Rough Offset 溢出 (RO is = 0d or = 127d)	设置输出为诊断低/高，一旦恢复无需 CPU 重启直接进入正常模式	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	
Gain 溢出 (Gain < GAINMIN or Gain > GAINMAX)	设置输出为诊断低/高；一旦恢复进入正常模式并且 CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	请参见 GAINMIN 和 GAINMAX 章节
MLX90360 故障模式继续..			

¹⁷ CPU 重启包括:

1. 核心重启 (与断电重启一样)，将引入标准的启动时间。
2. 外围部件重启 (与断电重启一样)
3. 错误标识/状态丢失

...MLX90360 故障模式			
故障模式	诊断措施	对输出的影响	注释
ADC 监测 (模数转换器)	设置输出为诊断低/高，一旦恢复无需 CPU 重启直接进入正常模式	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	ADC 的输入端短接并连到 Vref。ADC 输出与一个固定值相比。
欠压模式	启动阶段，等待直到 VDD > LT4V。 工作阶段，CPU 将在 3ms 的防抖动操作后重启	- VDD < POR level => 输出高阻 - POR level < VDD < ~LT4V => 输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾ 。	
固件错误	CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	智能看门狗(Observer)
读/写操作超过存储器地址	CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	100% 硬件检测
写操作进入保护区域 (IO 和 RAM 区域)	CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	100% 硬件检测
未授权进入系统模式	CPU 重启	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	100% 硬件检测
VDD > MT7V	设置输出高阻抗(模拟输出)	使用下拉阻抗 => 诊断低 使用上拉阻抗 => 诊断高	100% 硬件检测
VDD > LT11V	芯片关闭内部电压 恢复后 CPU 重启	使用下拉阻抗 => 诊断低 使用上拉阻抗 => 诊断高	100% 硬件检测
VSS 断开	恢复后 CPU 重启	使用下拉阻抗 < 10kΩ => 诊断低 使用上拉阻抗 (任意值) => 诊断高	100% 硬件检测
VDD 断开	恢复后 CPU 重启	使用下拉阻抗 (任意值) => 诊断低 使用上拉阻抗 < 10kΩ => 诊断高	100% 硬件检测
温度监测	设置输出为诊断低/高。 一旦恢复无需 CPU 重启直接进入正常模式。	立刻输出诊断低/高 ⁽¹⁸⁾	温度传感器 1 与温度传感器 2 比较

¹⁸ 通过设置 EE_DIAG 和 EE_ADIAG，诊断输出可以选择诊断低或诊断高（仅对模拟输出模式有效）。参见诊断输出电平可编程设置章节说明。

16. 推荐的应用图例

16.1. 使用 SOIC-8 封装的 MLX9036 模拟输出模式的连线

Compact PCB routing		
C1, C2, C3	100nF	Analog Out
C1, C3	100nF	PWM Out
C2	4.7nF	
Optimal EMC performance		
C1, C2	1nF	
C3, C4, C5	100nF	Analog Out - Close to connector
C5	4.7nF	PWM Out - Close to connector
R1	100Ohms	
R2	500hms	Optional for Analog Out Recommended for PWM out

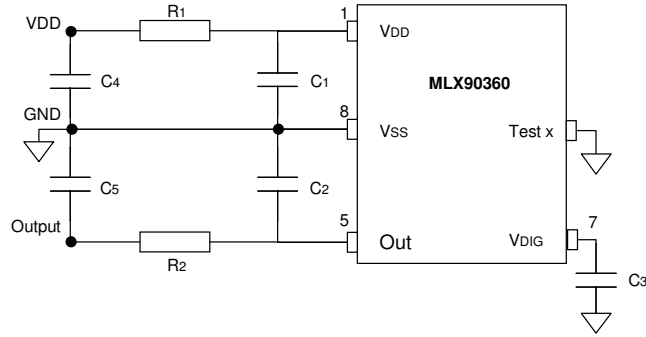


图 13 –SOIC8 封装 MLX90360 的推荐连线

16.2. 使用 TSSOP-16 封装的 MLX90360 模拟输出模式的连线

Compact PCB routing		
C11, C12, C13 C21, C22, C23	100nF	
C11, C13, C21, C23 C12, C22	100nF 4.7nF	
Optimal EMC performance		
C11, C12 C21, C22	1nF	
C13, C14, C15 C23, C24, C25	100nF	Analog Out - Close to connector
C15 C25	4.7nF	PWM Out - Close to connector
R11 R21	100Ohms	
R12 R22	500hms	Optional for Analog Out Recommended for PWM out

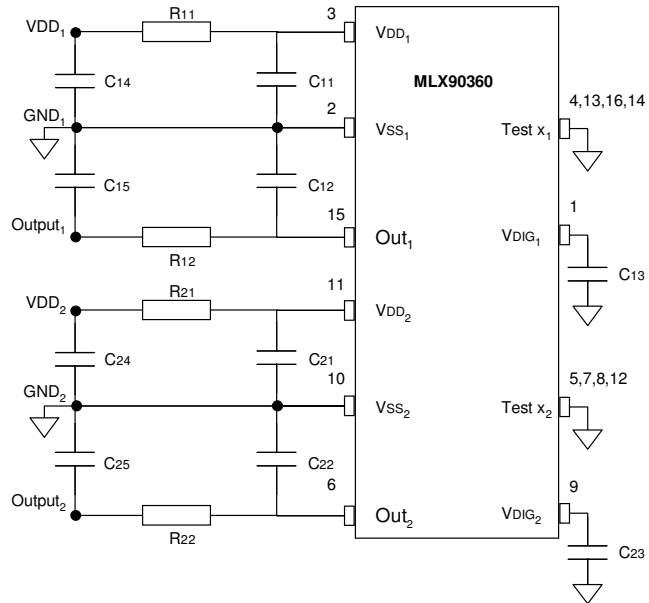


图 14 –TSSOP16 封装（双路输出）MLX90360 的推荐连线

17. Melexis 产品在不同焊接工艺中的标准信息

通过采取以下检测方法，我们对产品进行分类并确认产品符合焊接工艺、可焊性和潮湿敏感等级。

回流焊接表面封装器件

- IPC/JEDEC J-STD-020
对不封闭的固态表面封装器件进行湿度/回流敏感度分类
(回流剖面图分类见表 5-2)
- EIA/JEDEC JESD22-A113
在可靠性测试之前，对不封闭的表面封装器件进行预处理
(回流剖面图见表 2)
- Melexis 的操作说明 341901308

波峰焊接表面封装器件和通孔封装器件

- EN60749-20
塑料表面封装器件的阻抗对湿度和焊接热综合影响
- EIA/JEDEC JESD22-B106 and EN60749-15
通孔封装器件耐焊接温度
- Melexis 的操作说明 341901309

烙铁钎焊通孔封装器件

- EN60749-15
通孔封装器件耐焊接温度
- Melexis 的操作说明 341901309

表面封装器件和通孔封装器件的可焊性

- EIA/JEDEC JESD22-B102 and EN60749-21
可焊性
- Melexis 的操作说明 3304312
-

所有偏离上述标准条件（峰值温度、温度梯度、温度分布等）的焊接技术，附加的分类和测试方法须得到 Melexis 的同意。

表面封装器件的波峰焊应用需要保证器件和电路板之间的粘合强度，因此必须在咨询 Melexis 之后才能进行。

关于无铅话题的更多信息，请参见我们网站的质量页面：

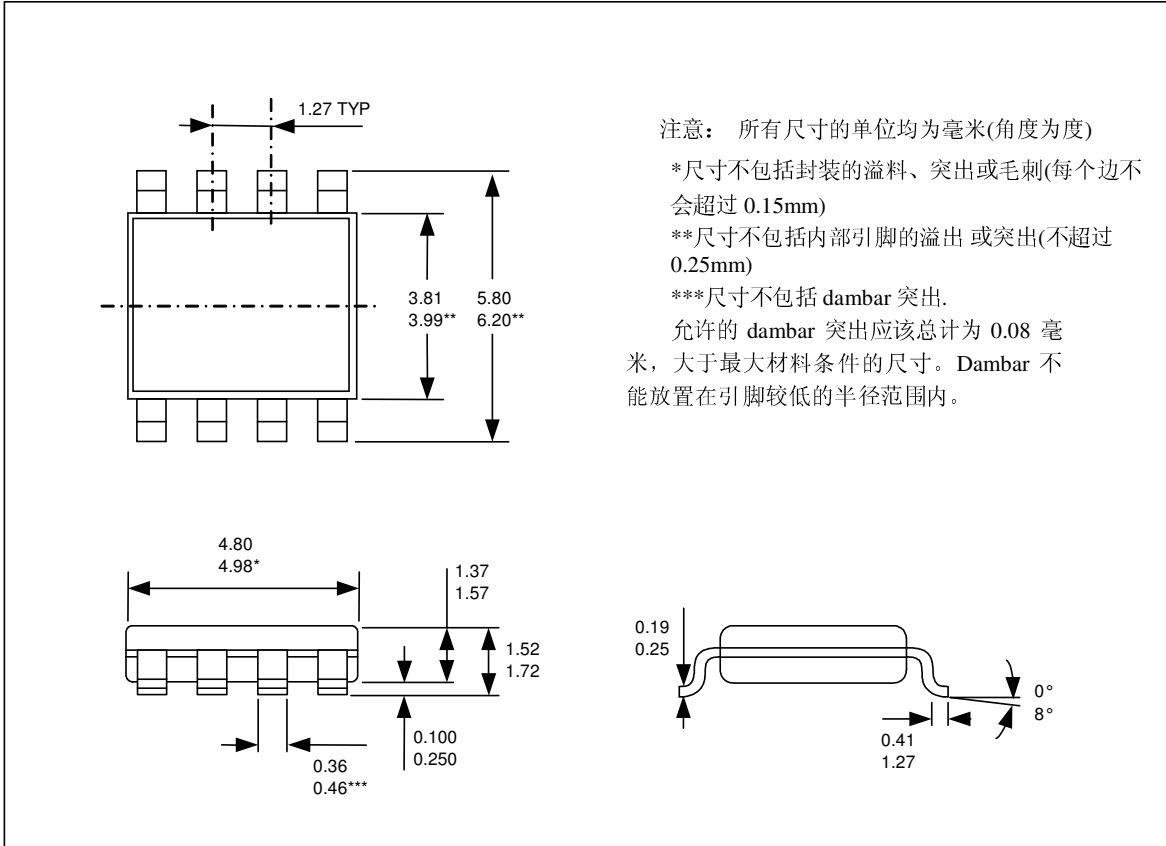
<http://www.melexis.com/quality.aspx>

18. ESD 预防

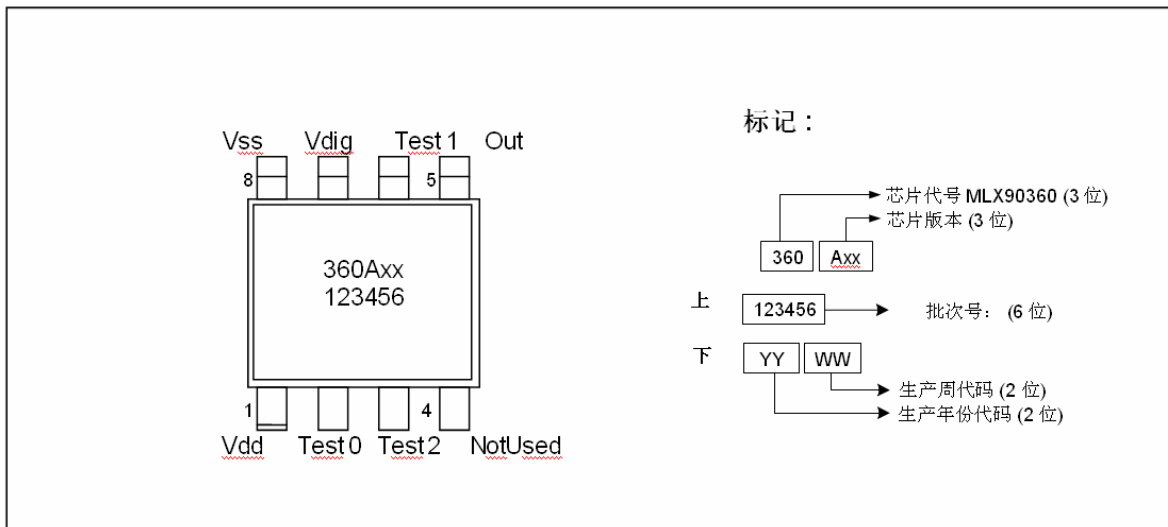
电子半导体产品对静电放电（ESD）很敏感。无论何时处理半导体器件，都要经常注意控制静电放电过程。一个好的设计（电容接近引脚，低阻抗的接线版图）的 PCB 版图将会帮助提高 ESD 鲁棒性。

19. 封装信息

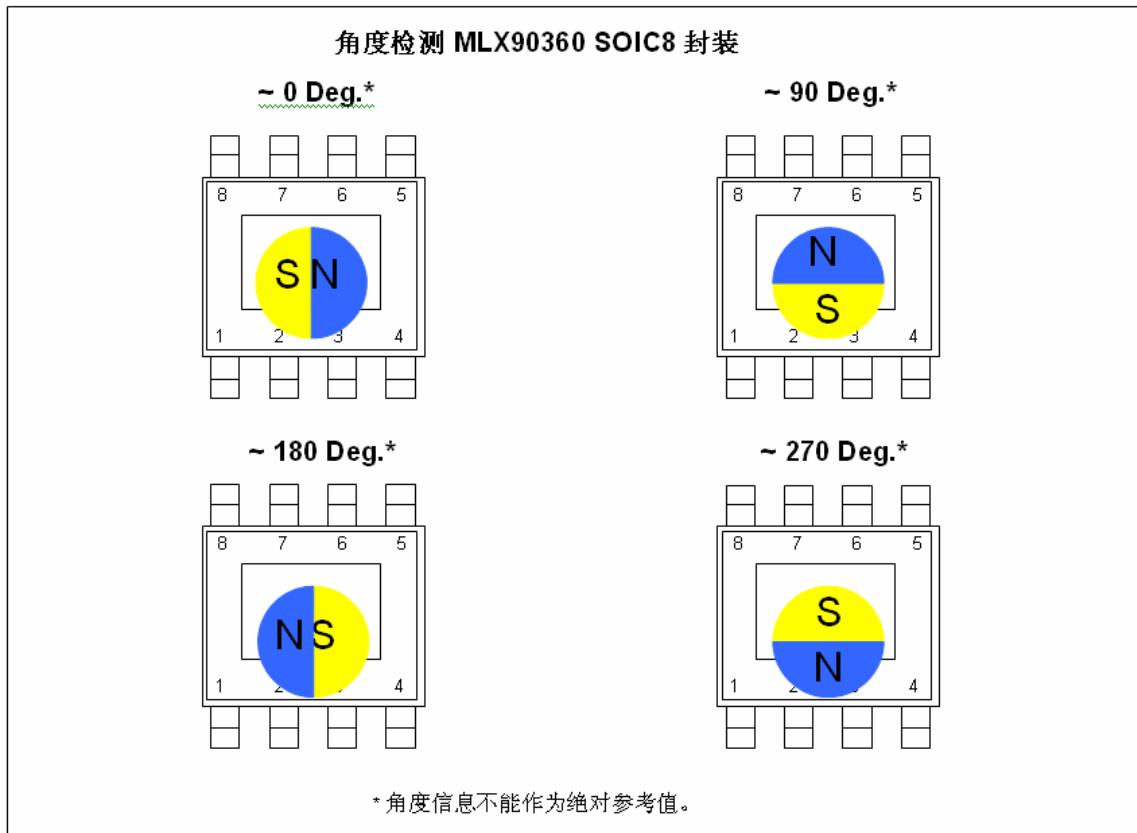
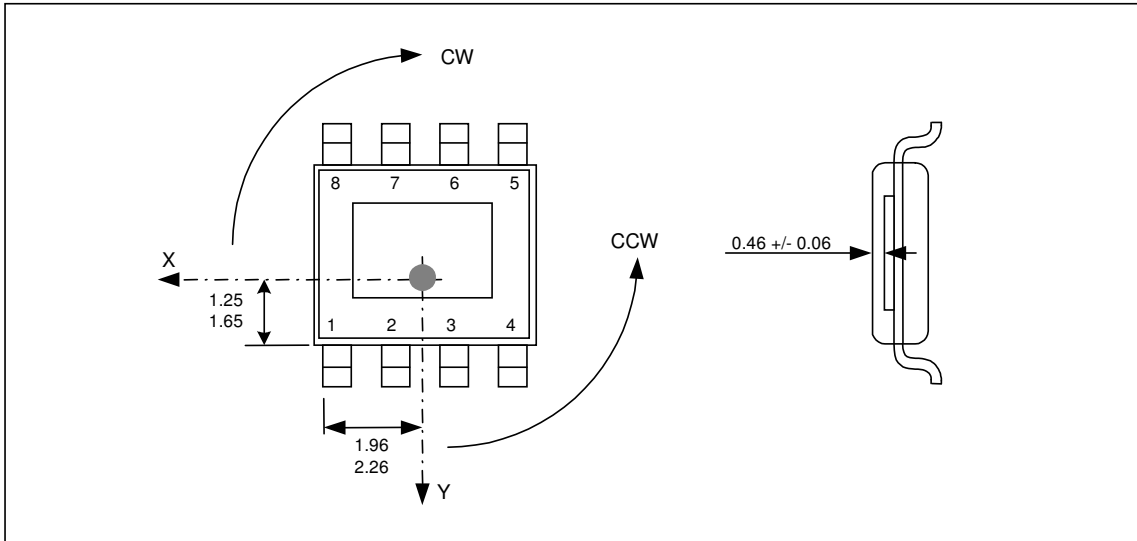
19.1. SOIC8 封装尺寸



19.2. SOIC8 引脚和标记

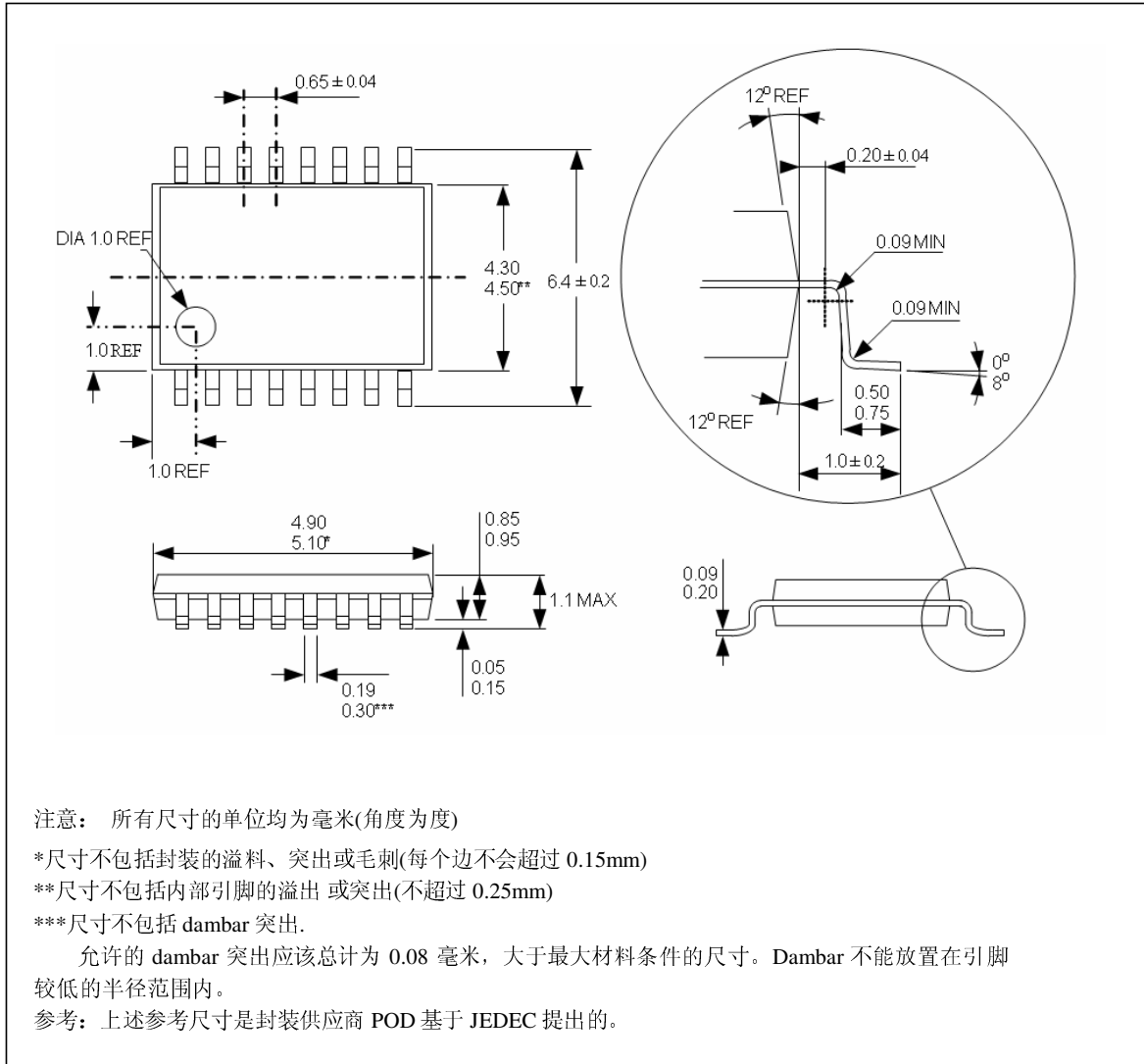


19.3. SOIC8 集磁片 IMC 位置

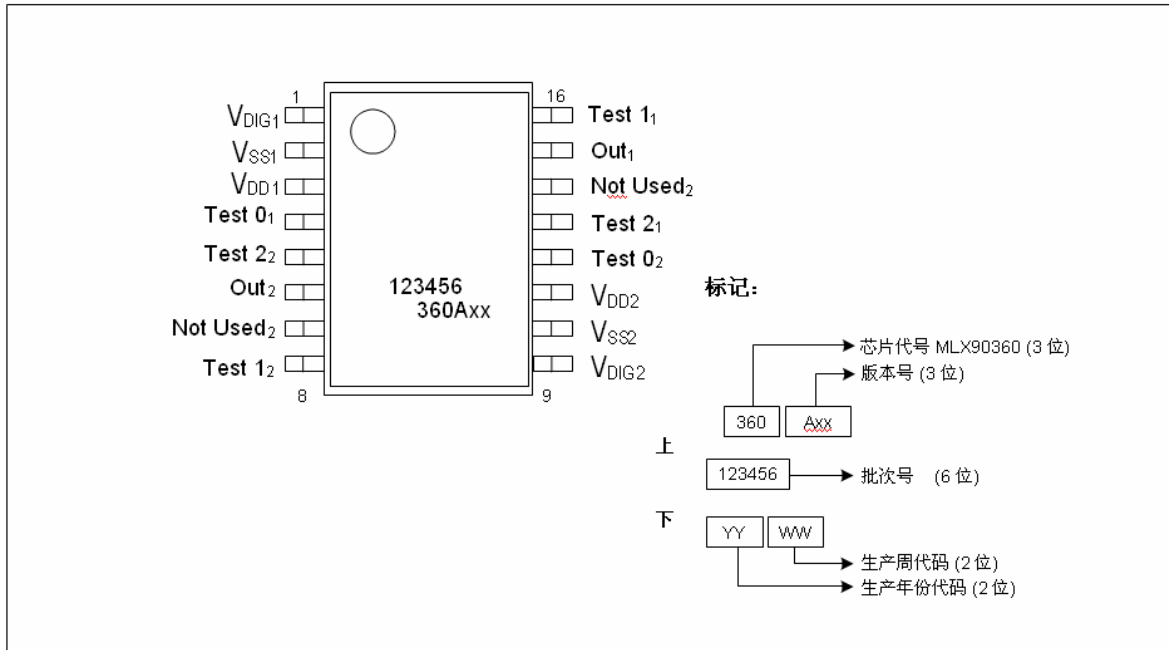


MLX90360 是一个绝对角度位置传感器，但是其线性误差（参见第 10 章节）不包括与绝对 0 度（通过 DP 参数设定）对比的误差。

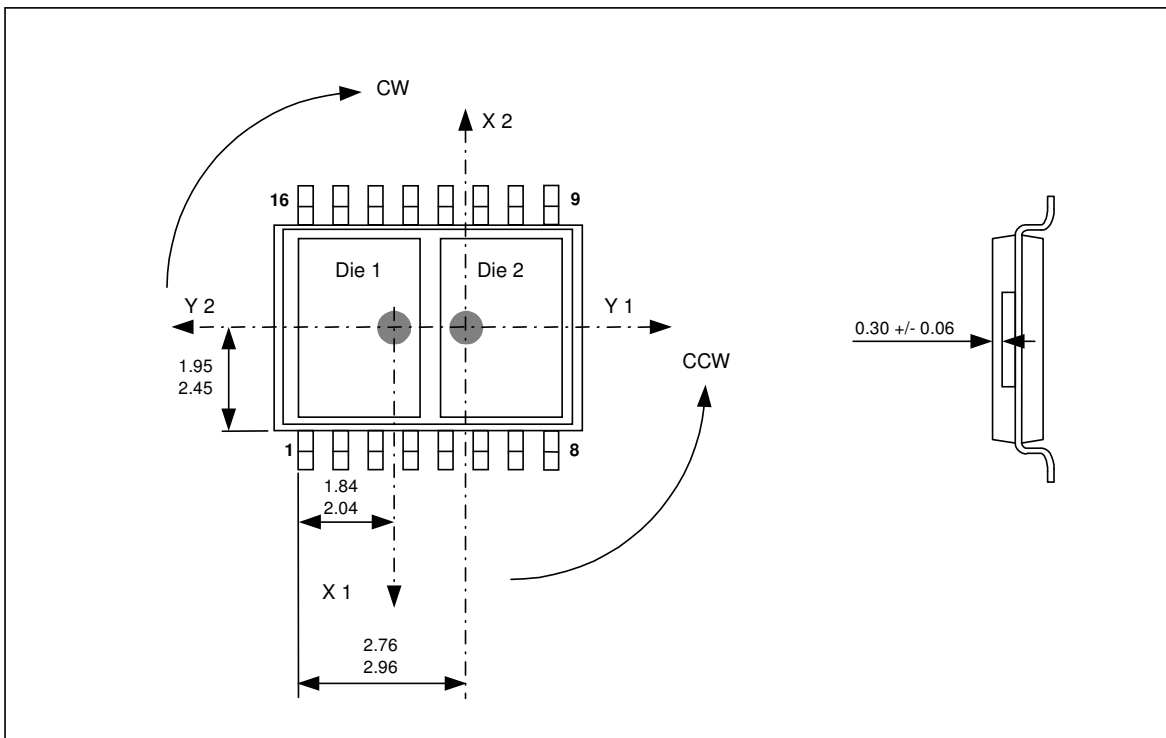
19.4. TSSOP16 封装尺寸

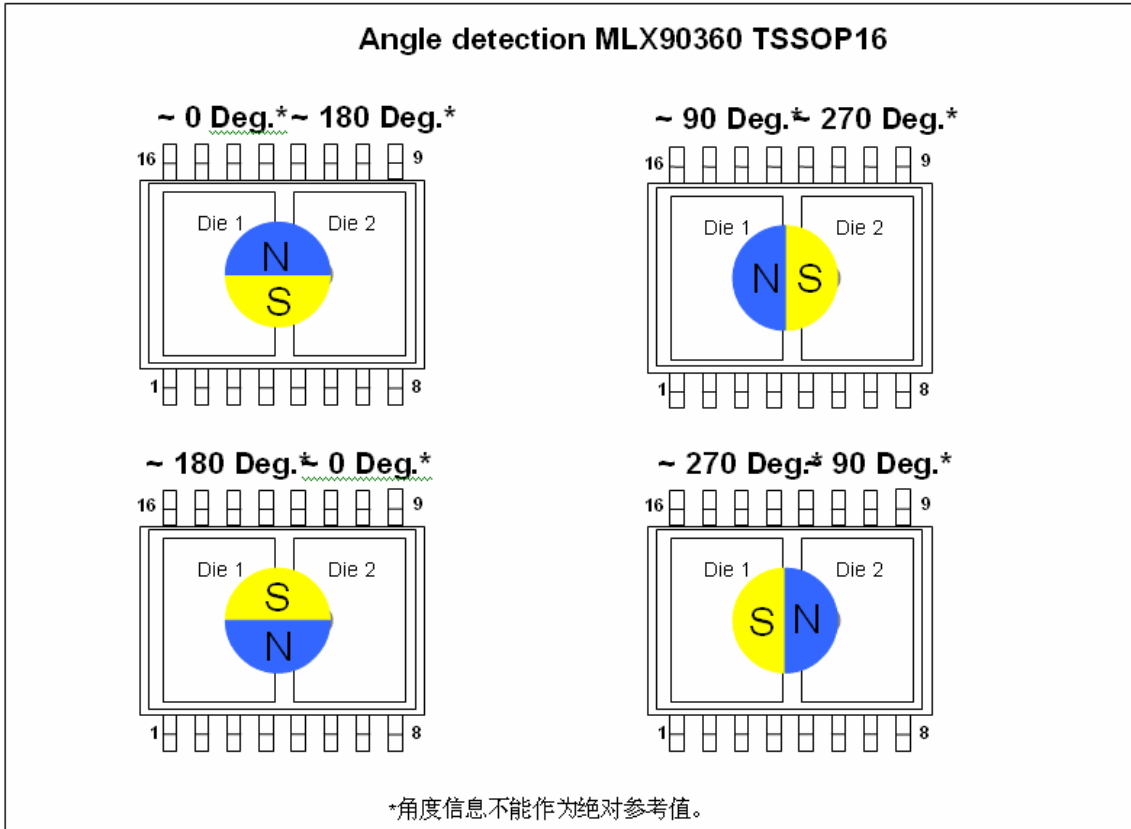


19.5. TSSOP16 引脚和标记



19.6. TSSOP16 集磁片 IMC 位置





MLX90360 是一个绝对角度位置传感器，但是其线性误差（参见第 10 章节）不包括与绝对 0 度（通过 DP 参数设定）对比的误差。

20. 声明

Melexis 出售的器件被销售条款中的版权和专利赔偿条款所覆盖。Melexis 不对任何版权、专利权和隐含权限做出保证。Melexis 有权在不事先通知的情况下，改变产品的特性和价格。因此，要在设计中使用到该产品时，有必要向 Melexis 公司获取最新的相关信息。我们假定该产品用于正常的商业应用中。当需要扩展的温度变化，特殊的环境条件或高可靠要求的场合，比如军事，医疗生命保障和生命维持设备等应用，特别建议由 Melexis 公司进行附加处理。

Melexis 提供的信息可以被认为是正确和准确的。但是，Melexis 将不会承担由于使用此中的技术资料所造成第三方的任何损害，包括但不限于个人伤害、财产损失、利润损失、使用损失、商业活动中断、非直接的特殊事故以及相应损失。Melexis 的技术资料或其他服务的翻译不对第三方承担任何责任或义务。

© 2011 Melexis N.V 保留所有权利。

要获得该文档的最新版本，请访问：

www.melexis.com

或者直接联系我们：

欧洲、非洲、亚洲：

Phone: +32 1367 0495

E-mail: sales_europe@melexis.com

美洲：

Phone: +1 603 223 2362

E-mail: sales_usa@melexis.com